FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1962

THÈSE N° 625

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

SLIOSBERG René, Bernard

Né le 21 mars 1932 à PARIS

Présentée et soutenue publiquement le 4 juin 1962

SUR LES DOULEURS VERTEBRALES DES PILOTES D'HELICOPTERES

Président : M. S. de SEZE, Professeur

EDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V[e]

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1962

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

SLIOSBERG René, Bernard

Né le 21 mars 1932 à PARIS

Présentée et soutenue publiquement le 4 juin 1962

SUR LES DOULEURS VERTEBRALES DES PILOTES D'HELICOPTERES

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Président : M. S. de SEZE, Professeur

EDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

1-2-1962

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Champy (C.), Debré (R.), Fey (B.), Gastinel (P.), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.).

DOYEN . . . . . **Léon BINET.**
Membre de l'Institut

1er **ASSESSEUR** . . . . . **Jean VERNE**
2e **ASSESSEUR** . . . . . **Gaston CORDIER**

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.) / SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	N...
Histologie	VERNE (J.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (P.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	PIEDELIÈVRE (R.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	HUGUIER (J.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	MILLIEZ (P.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	BOUDIN (G.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
Physiologie	BINET (L.) / BARGETON (D.)
Physiologie et pathologie obstétricale	LEPAGE (F.)
Physique médicale	DOGNON (A.) / DJOURNO (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	N...
Thérapeutique	CONTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Biochimie médicale	DESGREZ (P.) / POLONOVSKI (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Hygiène et médecine préventive	DEPARIS (M.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
Pharmacologie	LÉVY (Mlle J.)
Physiologie	PARROT (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales — Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
Cliniques chirurgicales — Cochin	LEGER (L.)
Cliniques chirurgicales — Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
Cliniques chirurgicales — Pitié	CORDIER (G.)
Cliniques chirurgicales — Saint-Antoine	GOSSET (J.)
Cliniques chirurgicales — Salpêtrière	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales — Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants Malades)	FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	GAUDART d'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)
Cinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales — Boucicaut	LENÈGRE (J.)
Cliniques médicales — Broussais	SOULIÉ (P.)
Cliniques médicales — Cochin	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cliniques médicales — Cochin	BROUET (G.)
Cliniques médicales — Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
Cliniques médicales — Lariboisière	SÈZE (S. de)
Cliniques médicales — Pitié	DREYFUS (G.)
Cliniques médicales — Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	GENNES (L. de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	LELONG (M.)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgixale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique	PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale	DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales	POILLEUX (F.)
Clinique urologique (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R.)

b) Professeurs à titre personnel :

Médecine	BOUR (H.)
Médecine	LHERMITTE (F.)
Médecine	PEQUIGNOT (H.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAITRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) GILLOT (C.) OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. ABELANET (R.) BUSSER (F.) CHOMETTE (G.) GOUYGOU (Ch.), m. conf. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	KERN (E.) VOURC'H (G.)
Bactériologie	BARBIER (P.) CHRISTOL (D.) LE MINOR (L.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	BADLIEU Et. m. conf. BOURILLON (R.) CARTIER (P.) DREYFUS (J.-Cl.) GONNARD (P.) KRUH (J.) JEROME (H.)
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	BOIRON (M.) DENOIX (P.) MATHE (G.) SELIGMANN (M.,
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J.) DUPERRAT (B.)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (G.)
Hématologie	BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (G.) DAUSSET (J.) DUHAMEL (G.)
Histologie	COUJARD (R.), pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)
Hydrologie	BESANÇON (F.) CORNET (A.)
Hygiène	BOYER (J.) pr. s. ch. BLANCHER (G.) CORRE-HURST (Mme L.) SAPIN-JALOUSTRE (H.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) DUPONT (V.)
Médecine légale	DEROBERT (L.), pr. s. ch. FOURNIER (E.) GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
Médecine du travail	ALBAHARY (C.)
Neuro-chirurgie	PERTUISET (B.)
Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) LEVY (J.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) SENEZE (J.) SUREAU (C.) THOYER-ROZAT (J.)
Ophtalmologie	BRÉGEAT (P.) DUBOIS (A.) SARAUX (H.)
Orthopédie	JUDET (R.) MEARY (R.) POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.) PIALOUX (P.)
Parasitologie	GOLVAN (Y.) LAPIERRE (J.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) BINET (J.-P.) CAUCHOIX (J.) CERBONNET (G.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GARBAY (M.) GARNIER (H.) (Cl. de) GAUDART-d'ALLAINES GERMAIN (A.) LATASTE (J.) LEVEQUE (B.) LOYGUE (J.) MERCADIER (M.) NATALI (J.) PELLERIN (D.) PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	BENHAMOU (J.-P.) BERTHAUX (P.) BOIVIN (P.) CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LŒPER (J.) MAURICE (J.) MIKOL (Cl.) RICHET (G.)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISSAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CATINAT (J.) CHRÉTIEN (J.) COBLENTZ (B.) CONTAMIN (F.) COURY (C.) ÉTIENNE (J.-P.) FREZAL (J.) FRITEL (D.) HENNEQUET (A.) HIMBERT (J.) HOUSSET (E.) LAROCHE (Cl.) LESOBRE (R.) MACREZ (C.) MOREAU (L.) NICK (J.) ROYER (P.) TOURNEUR (R.) WOLFROMM (R.)
Pédiatrie-Puériculture	JOSEPH (R.) LAFOURCADE (J.) LEPERCQ (G.) MANDE (R.) MOZZICONACCI (P.) POLONOVSKI (C.) ROSSIER (A.) VIALATTE (J.)

	MM.
Pharmacologie	BOISSIER (J.) LECHAT (P.)
Physiologie	BARRES (G.) DEJOURS (P.) DURAND (J.) GIRARD m. conf. HUGELIN (A.) SCHERRER (J.)
Physique médicale	CHANTEUR (J.) COUGEROT (L.), m. conf. pr. s. ch. GREMY (F.) m. conf. MILHAUD (G.) PELLERIN (P.) ROUCAYROL (J.-Cl) TUBIANA (M.) m. conf.
Pneumo phtisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.) RENAULT (P.)

	MM.
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	DENIKER (P.) DUCHE (D.) FLAVIGNY (H.) LAPRESLE (J.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)
Stomatologie	CERNEA (P.) CHAPUT (Mme A.) m. c. agr. GRELLET (M.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.) LAMOTTE (M.) MARCHE (J.)
Urologie	AUVERT (J.) MOULONGUET (A. QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J,)
Clinique chirurgicale	ABOULKER (P.) AMFLINE (A), pr. s. ch. VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) MAYER (M.)

	MM.
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.) OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	MADURO (R.)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie . . . . . HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.

Pathologie chirurgicale . . . . . RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. - CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

BOLTANSKI (E.)
LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté . . . . . M. LENA (J.)

Secrétaire principal . . . . . Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque .
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine . . . . . M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateur . . . . . Mlle DUMAITRE (P.)

Bibliothécaires . . . . . Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles LAURENT (H.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A qui je dois tout,
Puissé-je suivre leur exemple;

Avec toute ma tendresse.

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur S. de SEZE

Professeur de clinique médicale à
la Faculté de Médecine de Paris,

Officier de la Légion d'Honneur,

Médecin des Hôpitaux de Paris,

Qui nous a fait le grand honneur
de bien vouloir accepter la pré-
sidence de cette thèse,

En témoignage de notre respec-
tueuse considération.

A MES MAITRES DES HOPITAUX

EXTERNAT :

Madame le Dr. T. BERTRAND-FONTAINE

Monsieur le Pr. G. BOUDIN
Pr. G. DREYFUS
Dr. R. EVEN
Dr. R. LEIBOVICI
Dr. J.A. LIEVRE
Pr. J. MARIE

INTERNAT :

Monsieur le Dr. M. AUDRY
Dr. J. GUILLEMIN

Médecins de l'Hôpital Départemental de Nanterre.

A Monsieur le Professeur Ag. J. SCHNEIDER

En profonde gratitude pour leur enseignement.

A Monsieur le Médecin-Colonel J. RABOUTET

Ancien Directeur du Centre Principal d'Expertise Médicale du personnel navigant de Paris,

Directeur du Service de Santé de la 2ème Région Aérienne.

A Monsieur le Docteur A. WISNER

Chef du Laboratoire de Physiologie de la Régie Nationale des Usines RENAULT

Qui nous ont tant aidé pour cette thèse.
Avec notre très vive gratitude.

A la Mémoire de mes Camarades

Le Lieutenant DURAND
Le Sergent CORNEVAUX
Le Sergent GALLABERT

Pilotes d'Hélicoptères.

INTRODUCTION

Durant plusieurs mois lors de notre service militaire, nous avons eu la responsabilité médicale d'une formation opérationnelle d'hélicoptères.

Le pilotage d'hélicoptères exige une tension constante, une synergie des quatre membres destinée au contrôle permanent d'un appareil particulièrement instable; les missions exigées sont généralement brèves, mais répétées et difficiles, souvent dangereuses.

Chez ces hommes qui faisaient preuve d'une endurance physique et psychique remarquable, nous avons été frappés par la présence de douleurs vertébrales accusées par la plupart, douleurs siègeant surtout au niveau du rachis lombaire et prenant parfois une intensité telle qu'elles rendaient le pilotage extrêmement pénible.

Les pilotes les attribuaient surtout à leur mauvaise position en cours de vol et aux vibrations si particulières à ce type d'appareils.

Ces constatations nous ont conduit à interroger à l'aide d'un questionnaire, 128 sujets, appartenant non seulement à des unités militaires mais aussi à des formations civiles, dans le but de préciser les caractères et l'étiologie de ces douleurs.

Notre travail se propose de vérifier la réalité de ces affirmations, leur importance relative et l'existence possible d'autres facteurs afin d'essayer d'en tirer des conclusions thérapeutiques, mais surtout des suggestions quant à l'aménagement du poste de travail, à la diminution des vibrations et enfin, à une surveillance bien conduite du pilote.

PREMIERE PARTIE

ELEMENTS D'ETUDE :

- Définition et pilotage des hélicoptères.
- Les appareils.
- Les individus.
- Le questionnaire.

DEFINITION ET PILOTAGE DE L'HELICOPTERE

L'hélicoptère est un "Giravion sustenté essentiellement par une ou plusieurs voilures tournantes à laquelle ou auxquelles on applique tout ou partie de la puissance motrice installée."

La voilure tournante dite rotor est l'ensemble des pales qui, animées d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical, assurent la sustentation.

Lorsqu'existe un rotor unique il est nécessaire d'avoir à l'arrière une petite hélice tournant dans le sens longitudinal, dite anticouple, ceci pour éviter au corps de l'hélicoptère de tourner autour de l'axe du rotor en sens inverse. Quand existent deux rotors (hélicoptère "Banane" Piasecki) ceux-ci tournant en sens contraire, permettent de supprimer l'hélice anticouple. (L'hélicoptère **Djinn** dont le rotor est mû grâce à des réacteurs situés en bout de pales est dépourvu d'hélice anticouple).

Les pales s'articulent sur le rotor, celui-ci est commandé par deux manches actionnés par les mains du pilote : le pas cyclique (situé face au pilote et guidé par la main droite) permettant à l'appareil de se déplacer en avant, en arrière, de s'incliner vers le haut, vers le bas et latéralement; et le pas dit collectif pour l'évolution verticale, mû par le membre supérieur gauche. La troisième commande actionnée par les pieds (palonnier) agit sur l'hélice anticouple et permet les mouvements de rotation à droite et à gauche. Le rotor tourne grâce à un moteur à essence ou à une turbine à gaz. La turbine, moins lourde que le moteur, a l'avantage de supprimer les à-coups et de réduire considérablement les vibr tions.

Sur les hélicoptères modernes la transmission des commandes ne se fait plus par action directe mais par un système dit "asservi" (servo-commandes) qui augmente considérablement la sensibilité de la réponse.

Le pilotage de l'hélicoptère est beaucoup plus délicat que celui de l'avion car il nécessite l'action constante des deux mains et des pieds; en effet, le régime de rotation des pales doit toujours rester dans des limites assez étroites et il est fonction du régime du moteur; il faut donc associer la commande du pas des pales (collectif) à la manette d'admission des gaz du moteur, poignée tournante située sur ce pas collectif (certains appareils, comme l'Alouette, ont une admission des gaz automatique, supprimant ainsi la manette), d'où la nécessité d'une surveillance continuelle du tableau de bord : (compte-tours rotor et compte-tours moteur).

Donc, contrairement à l'avion dont le pilote juge les réactions par rapport à l'air, l'hélicoptère n'est pas autostable et son pilotage est fonction de la coordination constante des commandes.

De plus, l'hélicoptère vole à basse altitude et son pilotage se fait essentiellement à vue, c'est dire que le pilote devra toujours surveiller sa position par rapport au sol.

En conclusion, tout ceci nous explique déjà que le pilote doit être en vigilance psycho-motrice continuelle contrairement au pilote d'avion pour lequel une certaine détente est possible en cours de vol.

MOYENS D'ETUDE

A - LES APPAREILS :

Schématiquement nous distinguerons les hélicoptères lourds et les hélicoptères légers. Tous sont équipés de doubles commandes mais, en général, les seuls appareils lourds sont pilotés par un commandant de bord et un second pilote.

1°- Les hélicoptères lourds :

Ce sont des appareils de forte puissance, à moteur à essence, disposant de deux parties distinctes : un habitacle destiné au transport des passagers et du fret; un poste de pilotage occupé en général par deux pilotes.

Nos pilotes ont surtout utilisé les types Sikorsky (monorotors aux vibrations très accentuées) S 55 et S 58, ce dernier plus puissant. Leur poste de pilotage semble plus inconfortable que celui du Piasecki H 21 (Banane), birotor employé par l'aviation de l'armée de terre.

2°- Les hélicoptères légers :

Appareils de liaison ou d'évacuation sanitaire ne pouvant transporter que trois passagers en plus du pilote, prévus pour l'adjonction de containers extérieurs latéraux destinés aux blessés.

Les plus utilisés ont été le Bell G 47 et l'Alouette II. L'Alouette II grâce à sa turbine est plus puissante et moins soumise aux vibrations que le Bell G 47 dont le pilotage est également moins confortable.

Enfin, citons les hélicoptères Hiller et Djinn plus rarement employés.

La plupart des sujets interrogés ont piloté plusieurs types d'appareils et suivant le type le plus fréquemment utilisé, nous les avons divisé en :

- Pilotes "lourds", 72
- Pilotes "légers", 42
- Pilotes "mixtes", 14.

B - LES INDIVIDUS

128 ont été soumis à notre interrogatoire, presque tous bien connus de nous. Cette enquête menée à titre individuel et personnel semble avoir donné des réponses objectives et ainsi, la part psychologique de majoration des douleurs, fréquente dans ce genre d'investigation, paraît de ce fait nettement diminuée.

La taille moyenne de ces individus est de 1,74 m (1,62 à 1,85); leur poids moyen est de 71,600 kg (de 55 à 92 kg), enfin leur âge oscille entre 23 et 47 ans avec une moyenne de 32 ans.

La plupart d'entre eux ont ou ont eu des activités sportives et sont l'objet d'une surveillance médicale stricte.

Les missions de ces pilotes, bien que différentes, étaient toutes particulièrement difficiles, se répartissant ainsi au moment de l'enquête :

a - Armée de l'air :

- 48 pilotes opérationnels en Afrique du Nord évoluant en zone d'insécurité pour :

. Evacuations sanitaires
. Opérations héliportées
. Transport de personnes ou de matériel.

- 54 moniteurs d'Ecole en Métropole (comprenant quelques pilotes de l'Aéro-Navale).

b - Aviation légère de l'Armée de Terre.

- 11 pilotes opérationnels, moniteurs ou d'essai.

c - Pilotes civils.

- 6 de la Société FENWICK-AVIATION à la fois moniteurs et pilotes d'essai.

- 3 de la Société SUD-AVIATION, pilotes d'essai.

d - Centre d'essais en vol de BRETIGNY.

Organisme officiel mixte.
- 6 pilotes d'essais.

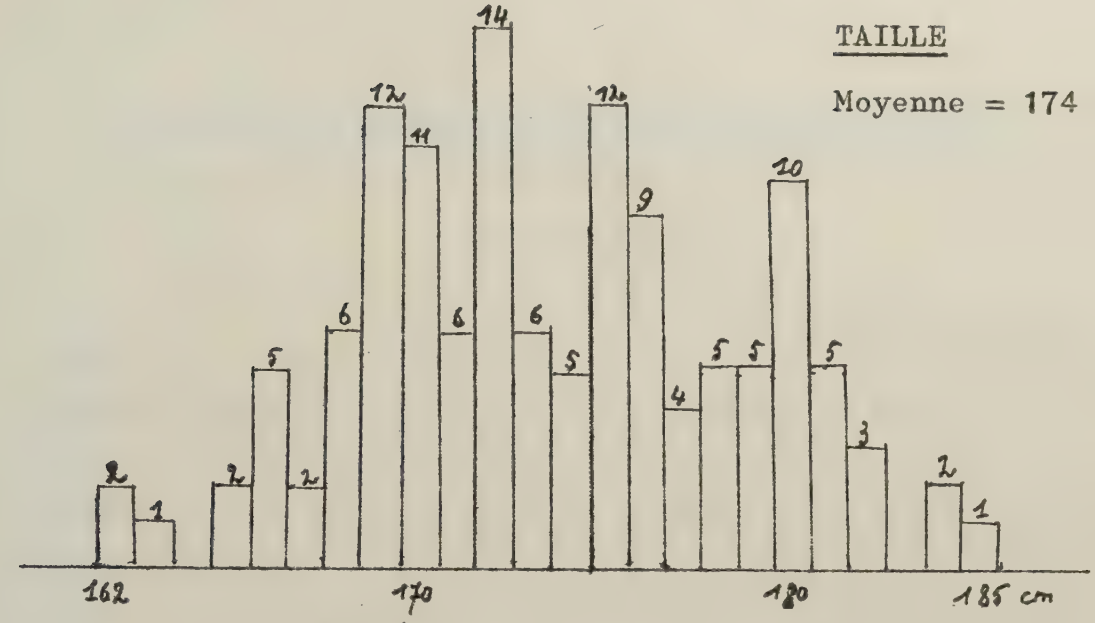
Tous ont été retenus pour cette étude parce qu'ils avaient plus de cinq cents heures de vol (24 d'entre eux avaient moins de mille heures; 80 entre mille et deux mille; 24, plus de deux mille heures de vol).

En plus de ces 128 pilotes, nous avons procédé à la même enquête auprès de 11 mécaniciens navigants opérationnels, ayant remarqué que ces navigants accusaient eux aussi des douleurs rachidiennes fréquentes.

Chacun d'entre eux a répondu à un questionnaire qui, en plus des éléments déjà fournis, nous a permis de recueillir des données précises sur les douleurs et leur étiologie ainsi que des suggestions extrêmement valables quant aux moyens prophylactiques et thérapeutiques.

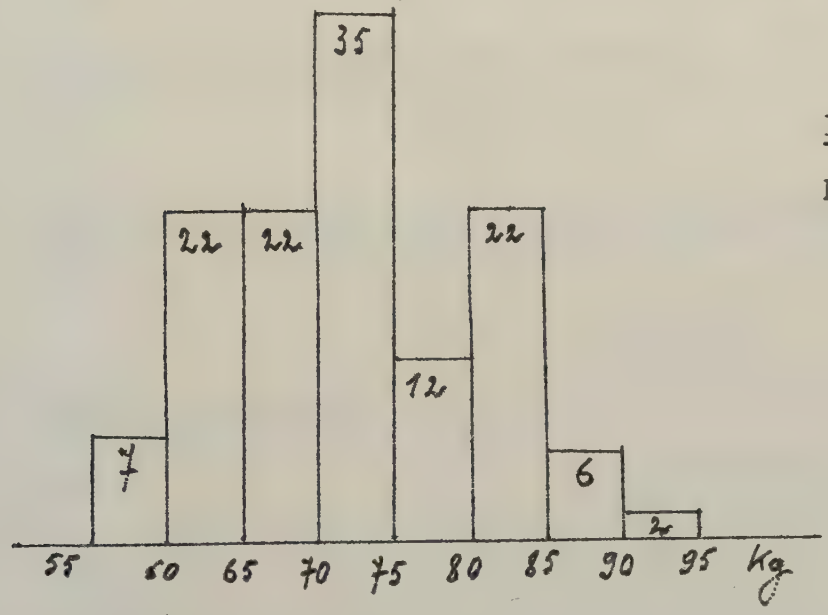
Ainsi donc, cette enquête menée auprès de pilotes expérimentés, appartenant à des unités civiles et militaires, accomplissant des missions variées mais d'une difficulté certaine, nous a donné, semble-t-il, des éléments probants quant à la réalité des douleurs lombaires accusées par la plupart. De plus, il faut souligner la cadence accélérée de certains vols allant jusqu'à 90 heures par mois, avec parfois, 8 heures de vol et 50 atterrissages par jour, facteur d'accentuation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes douloureux, chaque atterrissage augmentant le nombre des micro-traumatismes déjà important chez tout pilote.

ROTOR
TURBINE
HELICE
ANTI-COUPLE
PAS CYCLIQUE
PAS COLLECTIF
ALOUETTE II



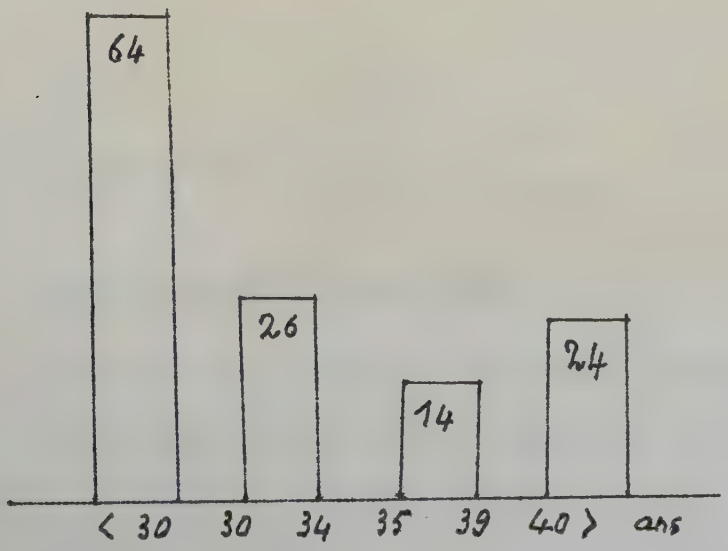
TAILLE

Moyenne = 174 cm



POIDS

Moyenne = 71,5 kg



AGE

Moyenne = 32 ans

LES DOULEURS VERTEBRALES DES EQUIPAGES D'HELICOPTERES

QUESTIONNAIRE

NOM : PRENOM : DATE DE NAISSANCE

Fonction à bord : Situation de famille :

POIDS : TAILLE :

SPORTS PRATIQUES :

AVEZ-VOUS SUBI DES TRAUMATISMES VERTEBRAUX :
(chutes, crashs, siège éjectable, etc....)

AVEZ-VOUS EU DES RADIOGRAPHIES DE LA COLONNE VERTEBRALE :

Date : Qu'ont-elles montré ? Où sont-elles ?

NOMBRE D'HEURES DE VOL :

Total : Hélicoptères - H 34 (S58)
- Alouette :
- Bell :
- Banane :
- Autre
(préciser le type)

Avion :

En hélicoptère - Ecole :
- Secteur opérationnel :
- Métropole :

AVANT DE VOLER SUR HELICOPTERE

Aviez-vous des douleurs : nuque; dos; lombes.

Ceci - Avant d'être P.N. : ou déjà sur avion.

DEPUIS VOTRE PASSAGE SUR HELICOPTERE

Avez-vous souffert : de la nuque; du dos; des lombes.

DESCRIPTION DES DOULEURS

- Préciser le siège exact :
  - Nuque.....
  - Dos.....
  - Région lombaire....

  Prolongement des douleurs vers.....

- Caractère des douleurs :
  - Gêne : endolorissement pénible; très pénible;
  - Empêchant tout mouvement;

- Les douleurs ont-elles persisté :
  - Au repos; au repos allongé; après interruption momentanée des vols; en permission.

- Nombre d'heures de vol déclenchant les douleurs :
  - par jour,
  - par mois.

COMMENT LES DOULEURS ONT-ELLES ETE CALMEES ou GUERIES :

INFLUENCE DE LA CEINTURE ANTIVIBRATOIRE :

- La portiez-vous régulièrement : RESULTAT : BON, MOYEN, NUL.
- Sa position change-t-elle en cours de vol ?
- Etiez-vous gêné par la sueur à son niveau en la quittant.

QUELS SONT, A VOTRE AVIS, LES FACTEURS FAVORISANT LES DOULEURS :

- Vibrations de l'appareil, Siège inconfortable;
- Position inconfortable, Autres raisons.

QUE SUGGEREZ-VOUS POUR ESSAYER D'EVITER CES DOULEURS.

APRES PASSAGE SUR UN AUTRE TYPE D'APPAREIL :

- Avez-vous constaté une modification :
  - . En mieux,
  - . En pire,
  - . ou rien :

AUTRES REMARQUES :

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DES DOULEURS

1 - HISTORIQUE

L'utilisation pratique de l'hélicoptère n'a commencé qu'après la seconde guerre mondiale; cependant, nombreux furent les essais de tenue de vol avant 1939 et la première notion de phénomènes douloureux que nous ayions retrouvée se situe dans un récit du pilote Maurice CLAISSE à propos d'un vol d'endurance sur hélicoptère Bréguet-Dorand le 24 Novembre 1936 : - " ... le plus désagréable, c'étaient d'importantes vibrations qui se répercutaient dans toute la machine.... finalement, l'heure s'écoula, sans incident. Dès que l'on me fit signe du sol je me hâtai d'atterrir, de rentrer au hangar, de soigner mes courbatures". (cité par le Vice-Amiral JUBELIN).

En 1957 :

- MISSENARD et TERNEAU signalent la présence de lombalgies dans un rapport sur la fatigue des pilotes d'hélicoptères.

- PELLET, à propos du mal des vibrations, parle de la lombosciatique des pilotes d'hélicoptères.

En 1959 :

- FABRE et GRABER les évoquent également et décrivent les lésions osseuses vertébrales lors d'accidents d'hélicoptères.

En 1961 :

- Une monographie concernant la spécialité de pilote d'hélicoptères, publiée par le Ministère des Armées "Air" reprend ces constatations.

- Enfin, en Octobre 1961, un rapport de MONTAGARD, SAIS et

GUIOT, sur les lombalgies des pilotes d'hélicoptères étudie le problème radiologique et pose certaines données étiologiques.

Dans la littérature étrangère, nous retrouvons une compilation internationale sur "l'exposition de l'homme à la vibration de l'hélicoptère" par R.J. HORNICK, entre 1951 et 1960, mais aucun auteur ne signale la pathologie rachidienne des pilotes de ces appareils; pourquoi, alors que la littérature française mentionne ces phénomènes ? vraisemblablement en raison de l'utilisation intensive de l'hélicoptère en Afrique du Nord pendant ces dernières années, obligeant nos pilotes à voler dans des conditions difficiles et à une cadence supérieure aux normes théoriques.

Les douleurs vertébrales que nous avons observées sont essentiellement variables; variables dans leur intensité et dans leur siège; variables dans leur fréquence et dans leurs circonstances d'apparition d'un sujet à l'autre. Cependant, il semble que les pilotes se plaignent plus souvent de lombalgies localisées, régressives lors de la cessation momentanée des vols.

Notre enquête a permis d'établir que 112 pilotes sur les 128 pris en considération ont souffert, soit 87,5°/$_{o}$. La plupart d'entre eux ont été pilotes d'avion auparavant et ont donc un élément comparatif valable.

2 - CIRCONSTANCES D'APPARITION

C'est en général à partir de la 300ème heure de vol sur hélicoptère que les pilotes commencent à se plaindre; par contre, chez les sujets ayant un rachis pathologique, elles apparaissent entre la 50ème et la 100ème heure.

Dès cette apparition, chaque vol un peu prolongé ou difficile, réveillera la douleur dont la durée sera fonction par la suite, du rythme de vol.

Les chiffres moyens donnés par le questionnaire quant à ce rythme de vol, susceptible de retentir sur le rachis, sont :

. à partir de la 4ème ou 5ème heure de vol par jour,
. à partir de la 40ème - 50ème heure par mois.

3 - DESCRIPTION

Nous étudierons le caractère de ces douleurs suivant leur siège, leur intensité et exposerons les données de l'examen clinique et de la radiologie.

a - La nuque :

Ce sont essentiellement des douleurs basses, médianes, gagnant la région trapézienne, liées à l'hyper-extension de la tête; sourdes et rarement isolées (deux cas). Elles peuvent :

- irradier vers l'épaule ou vers tout le membre supérieur, prenant ainsi le caractère de névralgie cervico-brachiale (9 cas).
- S'associer à des lombalgies (16 cas).
- S'associer à des dorsalgies, mais plus rarement (3 cas).

L'examen clinique est pratiquement négatif. Parfois, après le vol, une discrète contracture des muscles de la nuque est retrouvée, mais elle est passagère.

Les données de l'examen radiologique sont peu concluantes; quelques lésions d'arthrose, banales et discrètes, ont seules été constatées.

35 sujets se sont plaints de douleurs cervicales.

b - La région dorsale :

C'est à la région moyenne du dos, vers la 6ème ou 7ème dorsale qu'elles siègent en général.

Parfois existe un point douloureux latéral, inter-scapulo-vertébral ou sous-scapulaire.

Il s'agit plus d'un endolorissement pénible que d'une douleur vraie, cèdant souvent à des mouvements d'extension du tronc, associés à une rétro-pulsion des bras. Dans certains cas, il persiste et prend alors un caractère pénible.

54 pilotes se sont plaints de dorsalgies et 27 d'entre eux accusaient également des douleurs lombaires.

Si les données cliniques sont nulles, par contre, l'examen radiologique permet dans certains cas d'objectiver une très discrète scoliose.

c - La région lombaire :

Sur les 128 pilotes, 96 se sont plaints de lombalgies, soit 75°/₀. Ces chiffres sont supérieurs à ceux évalués par les autres auteurs : MONTAGARD et coll. donnent 60°/₀ et la monographie du service de santé de l'Air, 50°/₀ seulement.

Ces douleurs peuvent être localisées à la région lombaire, mais dans 11 cas, il existait une irradiation sciatique nette.

Leur intensité est variable, allant de la simple gêne à des épisodes aigus, mais, le plus souvent, le phénomène ressenti correspond au mot "Strain" des Anglo-Saxons difficile à traduire et qui semble comporter à la fois la notion d'effort, de contracture, de tension péri-vertébrale.

Schématiquement, on peut ainsi distinguer trois types de lombalgies :

- ou bien c'est une simple gêne durant tout ou partie du vol, disparaissant dès que le pilote quitte son appareil et se redresse;

- à un stade de plus, c'est un endolorissement rendant le vol très pénible, le pilote cherchant, malgré le maintien constant de la position de ses membres, à changer de posture. Cet endolorissement s'exaspère à la fin de la journée, lors du dernier vol et devient maximum lorsque le pilote descend de son appareil.

Cette douleur tend à s'atténuer par la suite, mais la station assise prolongée la fait réapparaître.

- Enfin, dernier stade, cet endolorissement pénible devient permanent et rend tout mouvement de flexion du tronc très difficile sinon impossible, ceci pendant la période intensive de vol.

Ces lombalgies siègent de part et d'autre du rachis ou bien sur toute sa longueur, ou plus volontiers localisées au niveau de la charnière dorso-lombaire et plus fréquemment encore au niveau de la charnière lombo-sacrée.

Parfois, ces douleurs sont localisées en un point très précis, latéro-vertébral, bas situé, prenant les caractères d'une douleur discale. L'irradiation sciatique est alors fréquente.

L'examen clinique montre des signes variables:

- parfois, il est pratiquement négatif, réduit à une limitation des mouvements du tronc;
- ailleurs, et c'est le cas le plus fréquent, il existe en outre une contracture musculaire péri-vertébrale avec ou sans inclinaison latérale du tronc, sans point douloureux précis.
- Enfin, nous avons parfois mis en évidence un signe de Lasègue toujours unilatéral, avec, à la palpation les classiques points de Valleix. Cependant, nous n'avons jamais retrouvé de modifications des réflexes ostéo-tendineux ni de troubles de la sensibilité objective.

Le trop petit nombre de sciatiques que nous avons examinées personnellement ne nous permet pas de conclure à la prédominance du type L_5 ou du type S_1.

Quant à l'examen radiologique, ses données sont très pauvres. MONTAGARD et coll. n'ont retenu que la fréquence des déviations scoliotiques lombaires chez 60°/$_0$ des pilotes, sans qu'un rapport de cause à effet entre les scolioses et les douleurs soit probant.

Parfois, on trouve des signes discrets d'arthrose ou des anomalies transitionnelles, voire un spondylolisthésis, mais, avec la même fréquence que dans la population normale.

Avant d'étudier l'évolution de ces douleurs, nous tenons à signaler que nous n'avons pas pu réaliser les investigations radiographiques que nous souhaitions. Seule, nous paraîtrait valable l'étude suivante:

- comparer les radiographies de pilotes d'hélicoptères avant et après un certain nombre d'heures de vol sur ces appareils, d'une part,
- et d'autre part, comparer cette série de clichés avec celle faite dans les mêmes conditions chronologiques chez des pilotes d'avions de liaison ou de transport.

4 - EVOLUTION

Celle-ci est essentiellement fonction de la cadence de vol. Les réponses au questionnaire sont très probantes à ce sujet. Le travail de nos pilotes s'est fait le plus souvent par à-coups : périodes de vols intensifs entrecoupés de périodes de repos ou de vols plus espacés. Le rythme de vol propice aux douleurs, semble être rappelons-le :

- Plus de quatre à cinq heures par jour,
- plus de quarante à cinquante heures par mois.

Une diminution nette des douleurs s'observe lorsque ces normes sont respectées;

Par ailleurs, le repos allongé, les périodes de vacances, le changement d'appareils (avions) entraînent une accalmie ou leur disparition. Plusieurs de nos pilotes avaient alterné le pilotage de l'avion avec celui de l'hélicoptère; le retour sur avion s'accompagne pratiquement toujours d'un mieux être, voire d'une disparition complète de tout phénomène douloureux. Ceux-ci réapparaîtront après un nouveau passage sur hélicoptère.

Trois de nos pilotes ont été reversés définitivement sur avion, pour ces raisons.

La plupart des pilotes interrogés ont changé de type d'hélicoptère et ont pu noter le rapport entre ce changement et l'évolution de leurs douleurs.

5 - PREDISPOSITIONS DE CERTAINS SUJETS AUX DOULEURS.

Parmi les sujets interrogés, un certain nombre d'entre eux avaient, avant leur passage sur hélicoptère, un "passé rachidien", soit du fait de traumatismes vertébraux (crash, sauts en parachute), soit d'un grand nombre d'heures de vol sur avion, soit enfin d'anomalies congénitales de la colonne vertébrale.

L'analyse des réponses au questionnaire nous a permis de constater une indiscutable prédisposition chez ces individus à des phénomènes douloureux. Il semble donc logique d'éliminer lors de l'examen médical d'admission tout candidat porteur d'une anomalie vertébrale radiologiquement visible et même ceux qui ont eu un traumatisme vertébral important sans traces radiologiques.

Par contre, les pilotes ayant pratiqué certains sports avec assiduité (natation, volley-ball, basket -ball) étaient plus protégés.

6 - ANALOGIE DE CES DOULEURS AVEC CELLES DES CONDUCTEURS DE VEHICULES AUTOMOBILES.

En matière de véhicules automobiles la littérature est extrêmement riche quant à la description des douleurs. Nous avons retrouvé une analogie indiscutable entre les phénomènes douloureux que nous venons de décrire et ceux rencontrés chez les automobilistes, les conducteurs de véhicules lourds ou de tracteurs.

Citons les travaux de :

- Fishbein, Salter qui détaillent la description des douleurs (recueillie par 378 médecins),
- Dieckmann et les auteurs allemands du Max Planck Institut de Dortmund,
- Wisner en France.

Par contre, l'intensité de ces douleurs semble bien moindre.

En conclusion, ces douleurs, très fréquentes, gênent considérablement le pilote d'hélicoptère, en période de vol intensif. Sur nos 128 cas:

- 16 seulement, n'ont jamais souffert.
- 44 ont éprouvé une gêne désagréable.
- 53 ont ressenti un endolorissement pénible.
- 15, un endolorissement très pénible.

Le type de l'appareil influence ces algies:

- Le Sikorsky S 55 et surtout S 58, semblent les plus favorables à leur apparition.
- Le Bell G 47 est également très inconfortable.
- Par contre, l'hélicoptère lourd H 21 (Banane) et l'hélicoptère léger à turbine Alouette II semblent beaucoup moins prédisposants à ces douleurs. Ceci est dû à deux ordres de facteurs :
  - la position en vol, fonction du poste de pilotage,
  - les vibrations engendrées par l'appareil.

De plus, la fatigue, liée aux conditions de pilotage se surajoutera à ces facteurs.

Citons les travaux de :

- Fishbein, Salter qui détaillent la description des douleurs (recueillie par 378 médecins),
- Dieckmann et les auteurs allemands du Max Planck Institut de Dortmund,
- Wisner en France.

Par contre, l'intensité de ces douleurs semble bien moindre.

En conclusion, ces douleurs, très fréquentes, gênent considérablement le pilote d'hélicoptère, en période de vol intensif. Sur nos 128 cas:

- 16 seulement, n'ont jamais souffert.
- 44 ont éprouvé une gêne désagréable.
- 53 ont ressenti un endolorissement pénible.
- 15, un endolorissement très pénible.

Le type de l'appareil influence ces algies:

- Le Sikorsky S 55 et surtout S 58, semblent les plus favorables à leur apparition.
- Le Bell G 47 est également très inconfortable.
- Par contre, l'hélicoptère lourd H 21 (Banane) et l'hélicoptère léger à turbine Alouette II semblent beaucoup moins prédisposants à ces douleurs. Ceci est dû à deux ordres de facteurs :
  - la position en vol, fonction du poste de pilotage,
  - les vibrations engendrées par l'appareil.

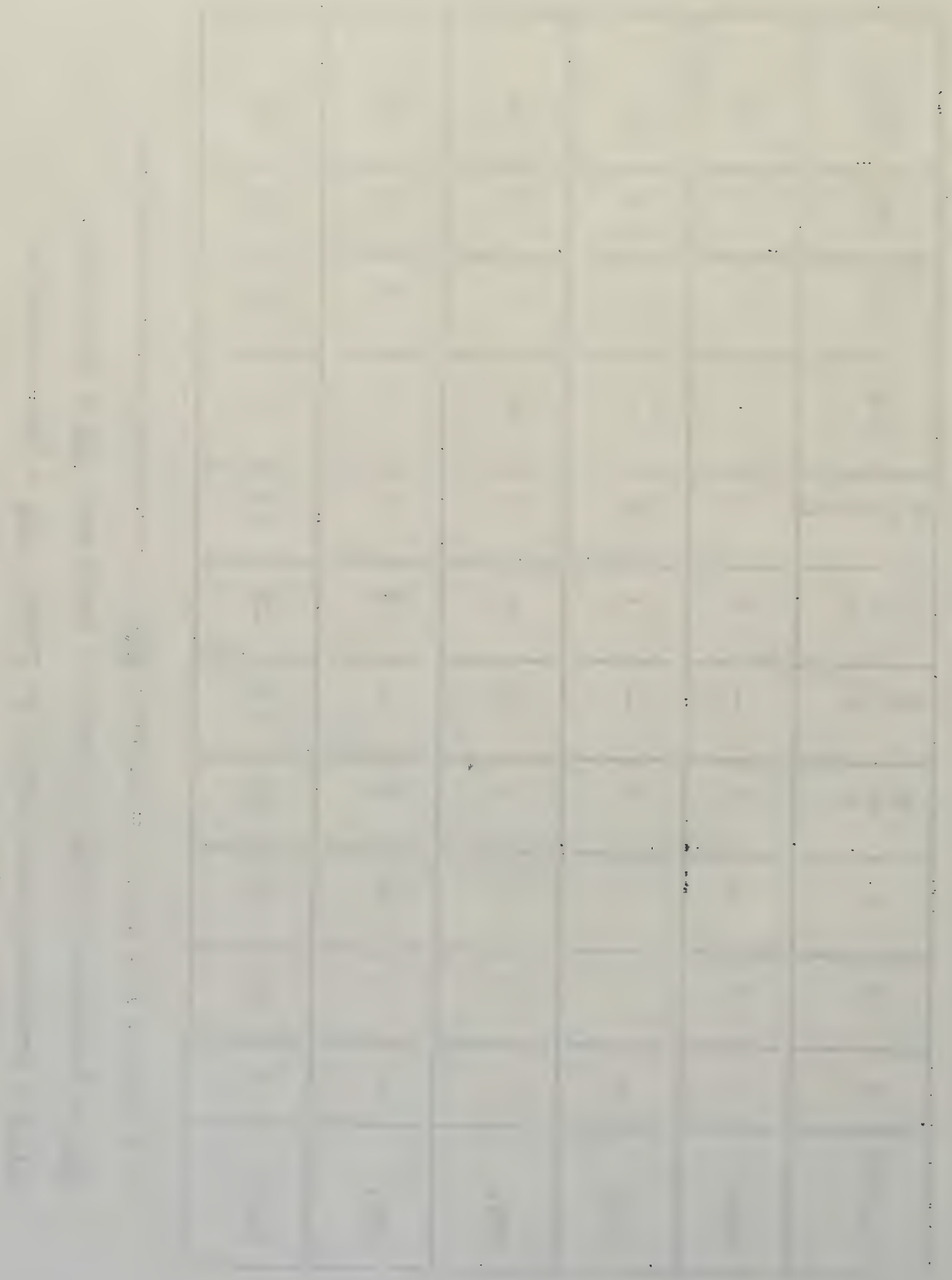
De plus, la fatigue, liée aux conditions de pilotage se surajoutera à ces facteurs.

PILOTES	N	D	L	N + L	N + D	L + D	N + D + L	NCB	SCI	Nul	TOTAL
ESSAI	1	2	2	4	-	4	-	-	-	2	15
ALAT	-	-	3	1	-	3	2	-	-	2	11
MON.	-	3	19	7	2	11	5	8	5	7	54
OPS.	1	5	16	4	1	9	7	1	6	5	48
TOTAL	2	10	40	16	3	27	14	9	11	16	128

N = Nuque; D = Dos; L = Lombes; NCB = Névralgie cervico-brachiale

SCI = Sciatique; Essai = Civils + Brétigny; MON = Moniteurs.

ALAT = Aviation Légère Armée de Terre; OPS = Opérationnels.



- SIEGE -

Nul.	N	D	L	PILOTES
2	5	6	9	ESSAI
2	3	5	9	ALAT
7	14	21	42	MON.
5	13	22	36	OPS.
16	35	54	96	TOTAL

- INTENSITE -

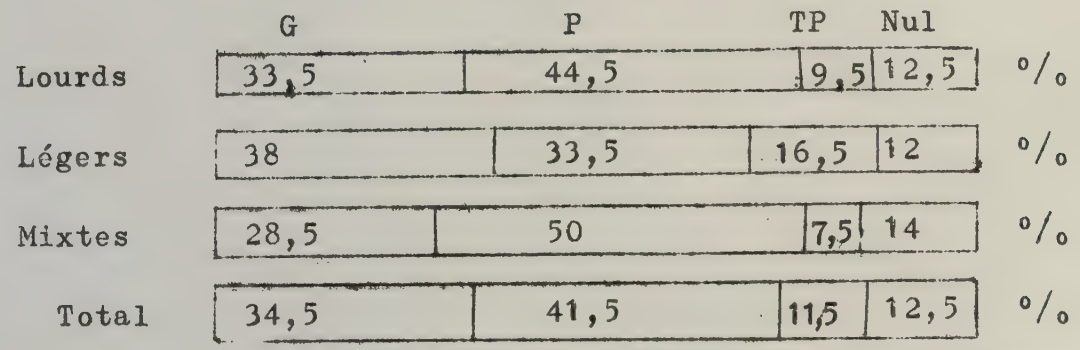
G	P	TP	Nul
8	5	-	2
3	4	2	2
17	24	6	7
16	20	7	5
44	53	15	16

N = Nuque; D = Dos

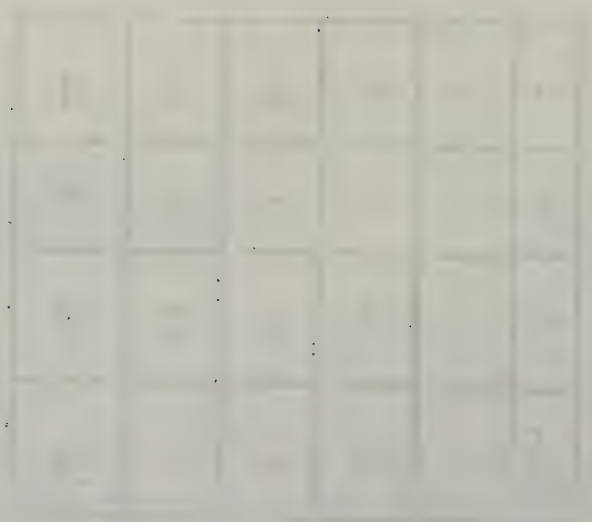
L = Lombes

G = Gêne; P = Pénible

TP = Très pénible



Intensité des douleurs selon le type d'appareil



TROISIEME PARTIE

CAUSES DES DOULEURS

LA POSITION EN VOL

L'unanimité est faite, qu'il s'agisse des utilisateurs ou des médecins qui se sont penchés sur ces problèmes, pour reconnaître que la position en vol des pilotes d'hélicoptères est particulièrement désagréable et largement responsable des douleurs vertébrales.

Nous allons analyser cette position, essayer de voir par quoi elle peut favoriser les douleurs et enfin tenter d'expliquer physiologiquement ces données.

A - ANALYSE DE LA POSITION

Rappelons que les quatre membres sont utilisés de manière constante : les pieds actionnent le palonnier, le membre supérieur droit manoeuvre le pas cyclique et le membre supérieur gauche élève ou abaisse le pas collectif tout en contrôlant la manette des gaz.

La commande du pas collectif oblige le corps à se pencher vers la gauche; par ailleurs, la nécessité d'un pilotage à vue constant, oblige le pilote à être penché en avant. Détaillons cette position penchée en avant et à gauche.

- Membres inférieurs :

Les pieds reposent sur le palonnier, jambes et cuisses légèrement fléchies. En général, les talons ne peuvent reposer sur le plancher (Sikorsky). La correction permanente exigée du palonnier rend à la longue cette position pénible, obligeant à un effort asymétri-

que, chaque appareil ayant tendance à tourner spontanément d'un côté. Parfois, le pilote situé sur le siège droit peut appuyer son genou gauche sur le pylone des commandes placé entre les deux sièges et en avant.

Le membre inférieur droit ne peut s'appuyer sur rien et nombre de pilotes nous ont signalé une fatigue positionnelle de la cuisse et de la fesse droites avec sensation de crispation douloureuse remontant jusqu'à la région lombaire.

- Membre supérieur droit :

Il actionne le manche cyclique situé entre les membres inférieurs, le coude étant en flexion, presque à angle droit.

Sur certains appareils (Alouette) le cyclique est calculé de façon à ce que le coude puisse reposer sur la cuisse; sur d'autres (Sikorsky S 58) le manche est trop haut et souvent le pilote pour compenser ce défaut le tient du bout des doigts, le plus bas possible afin d'appuyer l'avant-bras sur le genou.

- Membre supérieur gauche :

Actionnant le pas collectif est.en demi-flexion sans avoir à faire d'efforts; par contre, la main contrôlant la manette des gaz est l'objet de mouvements de pronosupination constante. (Sauf Alouette II).

- Rachis :

le rachis dorsal et lombaire devrait théoriquement être solidaire du dossier grâce aux bretelles de sustention; en fait, étant donné la nécessité du pilotage à vue, le dos doit s'écarter du dossier.

Le rachis cervical est en hyper-extension pour cette même raison. Sur l'Alouette et le Bell où la visibilité est excellente, cette position est moins accentuée que sur le Sikorsky S 58, dont le tableau de bord remonte assez haut et oblige à exagérer cette attitude d'autant que le pilote a une taille plus petite.

B - RESPONSABILITE DE LA POSITION DANS LA GENESE DES DOULEURS.

D'après ce que nous venons de dire, il est facile de constater que cette attitude permanente est dissymétrique et empêche toute relaxation de la musculature rachidienne.

a - Permanence de l'attitude.

En effet, le pilotage même de l'hélicoptère nécessite le contrôle constant de chaque commande, or - " il est fondamental de dire qu'il n'existe pas de position du corps si commode soit-elle dont on ne soit obligé de changer au bout d'un certain temps; de même il n'existe pas de siège si confortable soit-il où l'on ne puisse rester assis sans bouger " (F. STIER).

A fortiori, cette affirmation est d'autant valable que les quatre membres sont soumis à cette immobilité vigilante.

b - Dissymétrie de l'attitude.

Cette dissymétrie entraîne une contraction musculaire involontaire de certains segments de membre, cette contraction est pénible car souvent s'y ajoute un élément de crispation.

D'autre part, elle va donner au rachis une attitude à la fois en cyphose et en scoliose, positions anti-physiologiques qui, de plus, vont le sensibiliser considérablement aux vibrations de l'appareil.

c - Tension constante des muscles sustentateurs du rachis.

Le dos et les lombes ne peuvent prendre appui convenablement sur le dossier, ce qui entraîne une contracture permanente des muscles qui les soutiennent, particulièrement pénible au niveau des charnières.

C - ESSAI D'EXPLICATIONS PHYSIOLOGIQUES :

Les phénomènes douloureux de posture semblent relever de deux ordres de facteurs:

- D'une part, un facteur musculaire propre,

. Lorsqu'un muscle travaille en tension permanente sa contracture devient rapidement douloureuse.

- D'autre part, un facteur mécanique disco-vertébral :

. J.J. KEEGAN, dans une magistrale étude de la position assise étudie les modifications de la courbure lombaire et ses conséquences par rapport à la position debout :

Les corps vertébraux se rapprochent en avant, et l'espace inter-vertébral tend à bailler vers l'arrière. Celà entraîne une augmentation importante de la pression hydraulique exercée sur le disque dans sa partie antérieure, et celle-ci aura tendance à refouler vers l'arrière, le nucléus pulposus.

Si le fibro-cartilage est dégénéré comme cela est fréquent au niveau des 4ème et 5ème disques inter-vertébraux lombaires, le nucléus pulposus fera protrusion en arrière allant irriter l'appareil ligamentaire voire les racines nerveuses au contact.

Or, chez nos pilotes d'hélicoptères, le rachis sensibilisé par de nombreux traumatismes ou micro-traumatismes, semble particulièrement exposé aux lésions dégénératives.

D - INFLUENCE DE LA POSITION DANS LA TRAUMATOLOGIE DE L'HELICOPTERE

FABRE et GRABER ont étudié les lésions vertébrales observées lors de "crash" en hélicoptère, et ont insisté sur la gravité des lésions des sujets ayant subi leur traumatisme penchés en avant; les lésions prédominent au niveau de la charnière dorso-lombaire. Si on étudie la position du pilote en difficulté avec son appareil, il apparaît que celui-ci ayant plus que jamais besoin d'une bonne visibilité va accentuer sa position vers l'avant. De plus, les

crash se produisent le plus souvent alors que l'appareil est mis en auto-rotation (le rotor tourne sans le concours du moteur), cette manoeuvre oblige le pilote à mettre le pas collectif en position basse au maximum exagérant ainsi l'inclinaison du corps à gauche.

Lors de la réception au sol, la colonne vertébrale sera donc dans une posture particulièrement exposée à la survenue de lésions graves.

La position de pilotage sur hélicoptère est loin d'être parfaite, elle est inconfortable, fatigante et en grande partie responsable de la pathologie rachidienne que l'on ne voit en aéronautique avec une telle fréquence et une telle acuité que sur ces appareils. C'est dire la nécessité pour l'avenir de la modifier. Cette modification devra être le fruit d'une collaboration entre le constructeur et le médecin, à partir de normes physiologiques de confort actuellement bien connues.

Au chapitre traitant de la prévention des douleurs nous reprendrons l'analyse dimensionnelle du poste de pilotage et nous étudierons la position qu'il entraîne en fonction des données ergonomiques actuelles.

BELL G 47

Très mauvaise position, hyper-extension de la tête, l'avant-bras ne peut reposer sur la cuisse droite.

SIKORSKY S 58

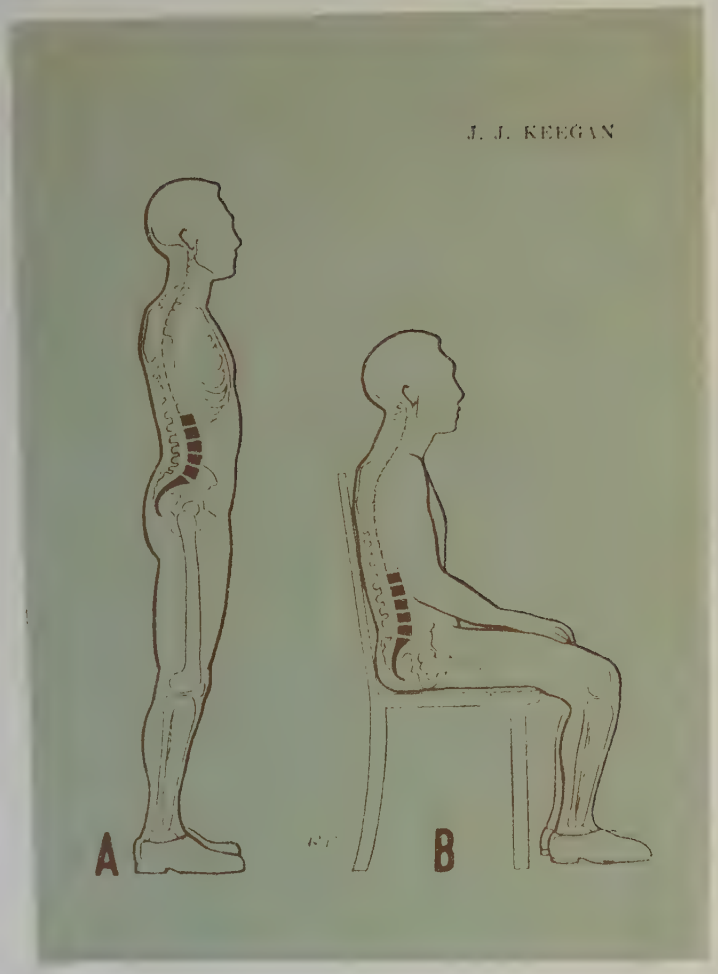
Penché en avant et à gauche; le tableau de bord remonte haut; manche cyclique tenu bas pour pouvoir appuyer l'avant-bras.

ALOUETTE II

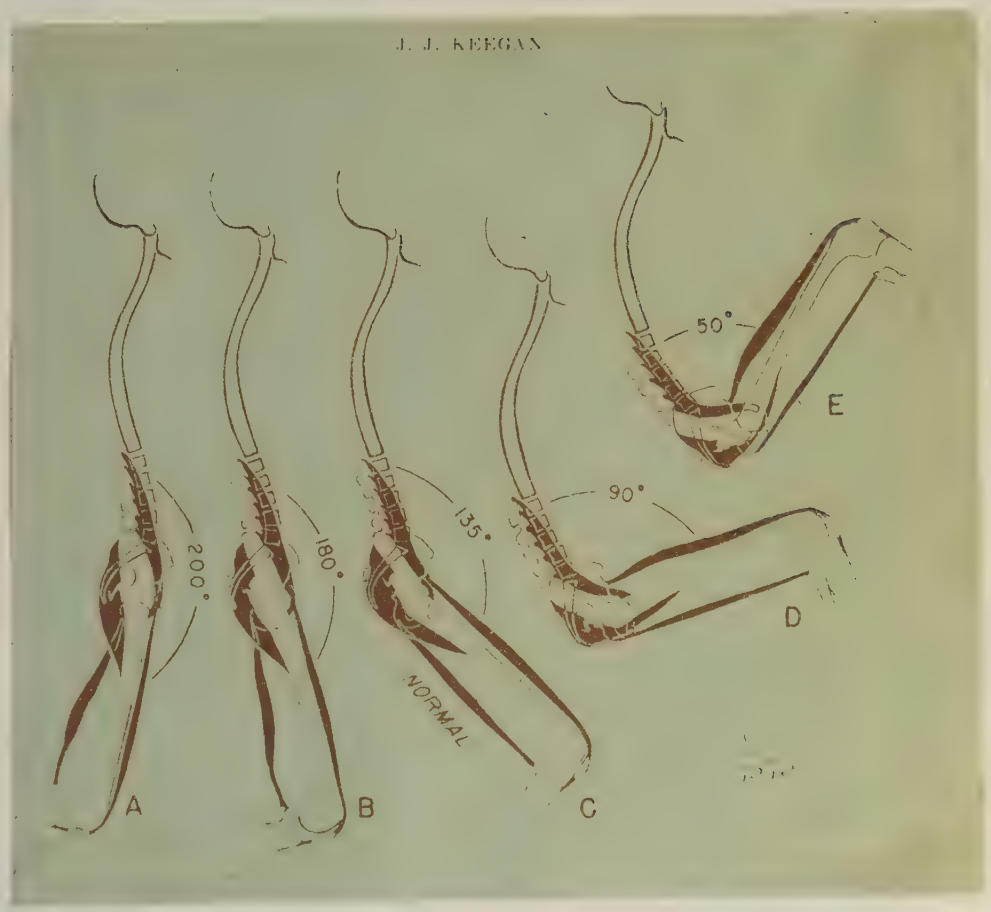
Noter la position convenable cependant :

- Le sujet du haut, pour pouvoir appyer l'avant-bras sur la cuisse droite, doit tenir la poignée très bas, le 5ème doigt s'insinuant sous cette poignée.

- Le sujet du bas, tenant la poignée correctement ne peut appuyer son avant-bras.



Schémas de KEEGAN d'après radiographies et photographies, montrant la différence de courbure lombaire en position debout et assise à 90°.



Variations de l'angle tronc-cuisses, d'après KEEGAN. En noir, les muscles antérieurs et postérieurs de la cuisse dont la longueur limitée oblige le bassin à tourner, modifiant la courbure lombaire. La position de relâchement équilibré des muscles est à 135°. La courbure lombaire diminue lorsque l'angle se ferme.

LES VIBRATIONS

Lorsque l'on vole pour la première fois en hélicoptère, on est très rapidement frappé par l'importance du bruit et des vibrations, et par la façon désagréable dont on les ressent.

Ces trépidations s'intensifient considérablement au moment du décollage et de l'atterrissage lorsqu'on demande à l'appareil une augmentation de sa puissance, et dépendent du type d'hélicoptère : en effet, elles sont surtout ressenties sur les appareils à moteur.

On distingue, d'une;part les vibrations de basse fréquence et celles de moyenne et haute fréquence.

- Les vibrations de basse fréquence : peuvent être :

. verticales, dûes à la variation du pas cyclique et à celle de portance, pouvant être accrues si les pales ne sont pas dynamiquement équilibrées.

. horizontales, dûes à la différence de trainée des pales et accrues si elles ne sont pas statiquement équilibrées.

- Les vibrations de moyenne et haute fréquences, issues du moteur, de l'hélice anticouple et parfois de l'arbre de transmission.

Il existe donc une gamme complexe de fréquences, dans le sens vertical et dans le sens horizontal. Quoiqu'il en soit, on retrouve toujours des fréquences dominantes :

. Pour l'Alouette II : 6 et 18 hz

. Pour le Sikorsky S 58 : 3,7 et 15 hz.

Les oscillations sont transmises au pilote par l'intermédiaire des commandes, mais surtout par le siège. Celui-ci est variable selon les appareils, d'un confort inégal; l'inconfort est accentué pour nos pilotes opérationnels par l'existence d'un baquet pare-balles intercalé entre le pilote et son siège.

Nous allons étudier maintenant l'effet des vibrations sur l'homme et leurs conséquences pathologiques.

A - EFFET DES VIBRATIONS

Haack, Dieckmann et les chercheurs du Max Planck Institut de Dortmund, considérant le corps humain comme un système de masses suspendues séparées par des ressorts, ont montré que l'influence psycho-physique des trépidations sur l'homme dépendait de la fréquence des oscillations et était parallèle à l'influence des fréquences sur le comportement oscillatoire et physique du corps.

Dans ce domaine, les phénomènes de résonance jouent un rôle important.

- Oscillations verticales :

Lorsqu'on soumet le corps à des oscillations verticales celui-ci va être considéré comme un système de masses-ressorts amorties par des fréquences de résonance principales d'environ 5 hz. Pour des fréquences inférieures à cette fréquence de résonance, le corps se comporte comme une masse pure. Lorsque les fréquences augmentent, les ressorts de l'homme commencent à intervenir avec efficacité, ceci amène un balancement dans le domaine des résonances à partir d'environ 4 hz et les amplitudes augmentent. Pour les fréquences qui dépassent de beaucoup les fréquences de résonance la masse principale du corps humain revient peu à peu au repos et la diminution des amplitudes commence.

- Oscillations horizontales :

Lorsque le corps humain est soumis à ces oscillations, il apparaît dans le corps une oscillation fondamentale qui ressemble à une résonance aux environs de 2 hz. C'est surtout en position assise que cette oscillation se manifeste par une augmentation des amplitudes.

Ces mouvements ont surtout une importance sur la vision et sur les fonctions vestibulaires.

Sur l'homme en position assise, il faut considérer non plus la masse propre du corps humain, mais la masse homme-siège, ce qui implique la notion d'un ressort supplémentaire.

WISNER et coll. du Laboratoire de Physiologie de la Régie Nationale RENAULT ont repris ces études et notent le comportement de l'homme assis sur une table vibrante.

Les différentes masses suspendues, selon la fréquence et l'amplitude des oscillations, peuvent avoir des déphasages, ce qui va entraîner une sollicitation plus grande des ressorts.

Ces constatations expérimentales ont montré que la musculature des lombes et de l'abdomen possède un coefficient d'amortissement élevé lorsque le bassin est soumis à de faibles amplitudes d'excitations, alors qu'elle possède un coefficient bas pour une excitation plus forte.

Dans le premier cas, la musculature semble jouer un rôle naturel d'amortisseur et dans des conditions plus sévères, cet amortisseur musculaire semble forcé. C'est donc souligner les risques pour le rachis, de changements brutaux et inattendus de phases entre les mouvements du thorax et du bassin qui déterminent tantôt un étirement, tantôt un tassement de la musculature.

B - CONSEQUENCES PHYSIO-PATHOLOGIQUES

De ces études nous pouvons tirer deux conclusions :

- D'une part, les muscles péri-vertébraux jouent un rôle d'amortisseur. Lorsqu'on soumet le corps à des vibrations, ils vont être

soumis à un travail important, se traduisant plus ou moins rapidement par des phénomènes douloureux.

- D'autre part, lorsque l'amortisseur musculaire est forcé, les vibrations semblent avoir alors une action directe sur l'ensemble vertèbres-disques; ceci va se traduire par une augmentation de la pression hydraulique au niveau du disque. Or, nous avons vu que, d'après les travaux de KEEGAN, la position assise entraîne une augmentation notable de cette pression hydraulique au niveau de la partie antérieure du disque; la force exercée par les vibrations va encore exagérer cette hyper-pression et contribuer à refouler le nucléus pulposus vers l'arrière, c'est à dire vers le surtout capsulo-ligamentaire et les racines nerveuses.

Il nous semblerait intéressant d'appliquer les méthodes de mesure employées par WISNER, aux pilotes d'hélicoptères, à partir de capteurs céphaliques, thoraciques et ischiatiques, en fonction des fréquences propres à chaque type d'hélicoptère et en fonction de la position exigée par les commandes; ceci afin de déterminer, non seulement les conditions idéales du siège, mais encore les conditions idéales de position du rachis pour éviter au maximum les effets nocifs de ces vibrations.

Enfin, il faudrait étudier le comportement du rachis proprement dit, aux vibrations. Les actuelles méthodes directes d'investigations ne semblent pas encore suffisamment au point; peut-être la radiocinématographie donnerait-elle des éléments valables.

AUTRES CAUSES

Nous venons de voir quelles étaient les deux grandes causes responsables des douleurs vertébrales des pilotes d'hélicoptères.

Il faut aussi tenir compte de l'influence des:

- Micro-traumatismes sur le rachis. En effet, il est bien connu maintenant que la répétition de chocs, même minimes, sur une colonne vertébrale est un facteur favorisant de lésions discales ou arthrosiques.

Or, les atterrissages sont particulièrement répétés en hélicoptère (jusqu'à 50 dans la même journée avons-nous vu). Ceux-ci sont parfois assez rudes, (spécialement pour les moniteurs d'école). Les micro-traumatismes sont donc chose courante pour les pilotes, et aggravent les méfaits des vibrations et de la position.

Ces méfaits sont encore renforcés par la :

- Fatigue, liée au bruit, à la tension nerveuse constante aux tâches variées du pilote (contacts radios, navigation, surveillance de tous les instruments de bord), aux difficultés des missions demandées généralement aux hélicoptères, missions souvent dangereuses, effectuées souvent dans de mauvaises conditions météorologiques.

Notre enquête menée parallèlement auprès de 11 mécaniciens navigants sur Sikorsky S 58 en missions opérationnelles, nous a permis de retrouver les mêmes constatations. En effet, soumis aux mêmes vibrations, le mécanicien est assis à l'arrière, tournant le dos au sens du vol. Son siège très inconfortable l'oblige à rester penché en avant, coudes sur les genoux. Il est de plus également penché à gauche, surveillant le vol par la portière entr'ouverte.

Les phénomènes douloureux qu'il accuse sont au moins aussi pénibles que ceux du pilote.

De plus, de nombreuses servitudes au sol sont des facteurs d'agression supplémentaires pour son rachis lombaire.

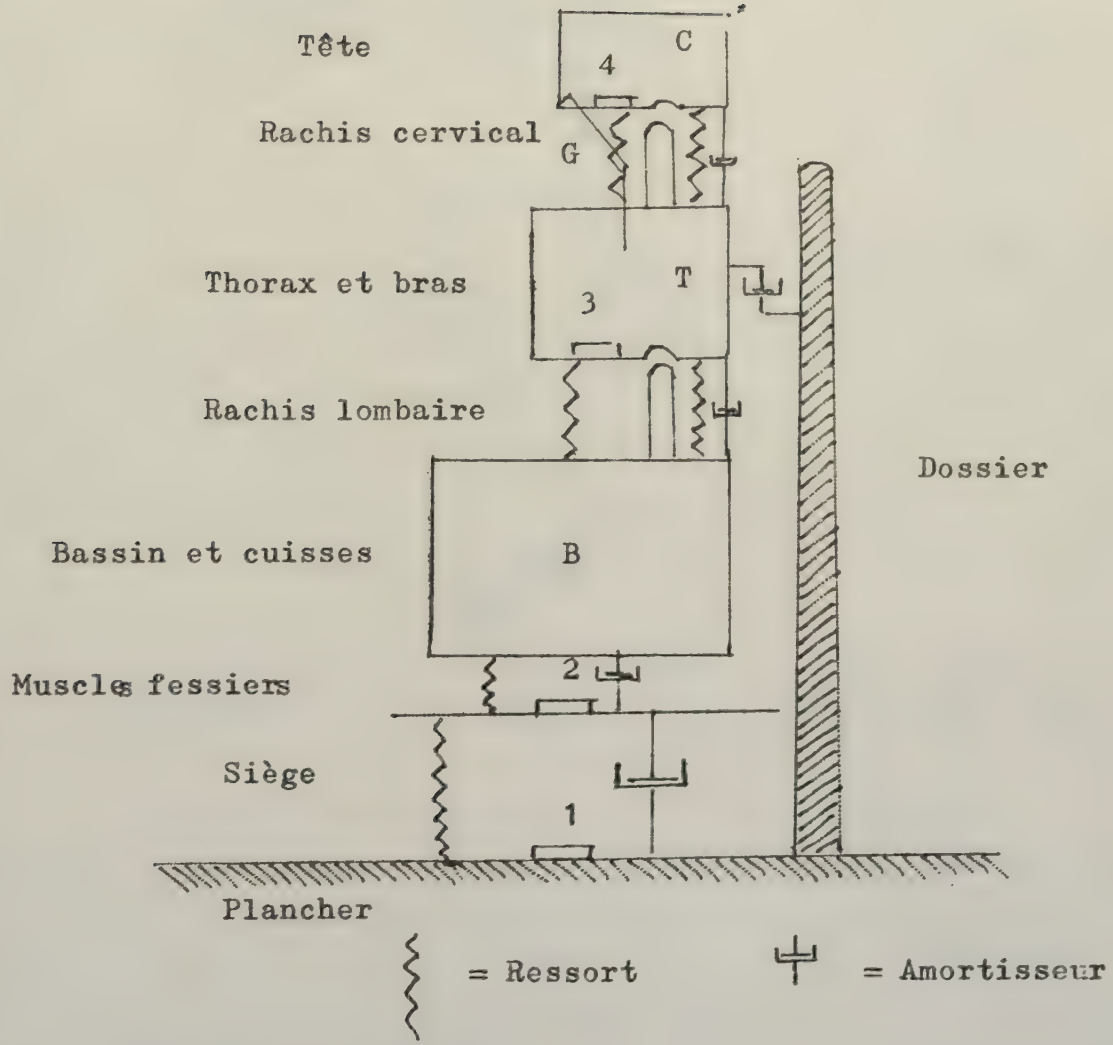
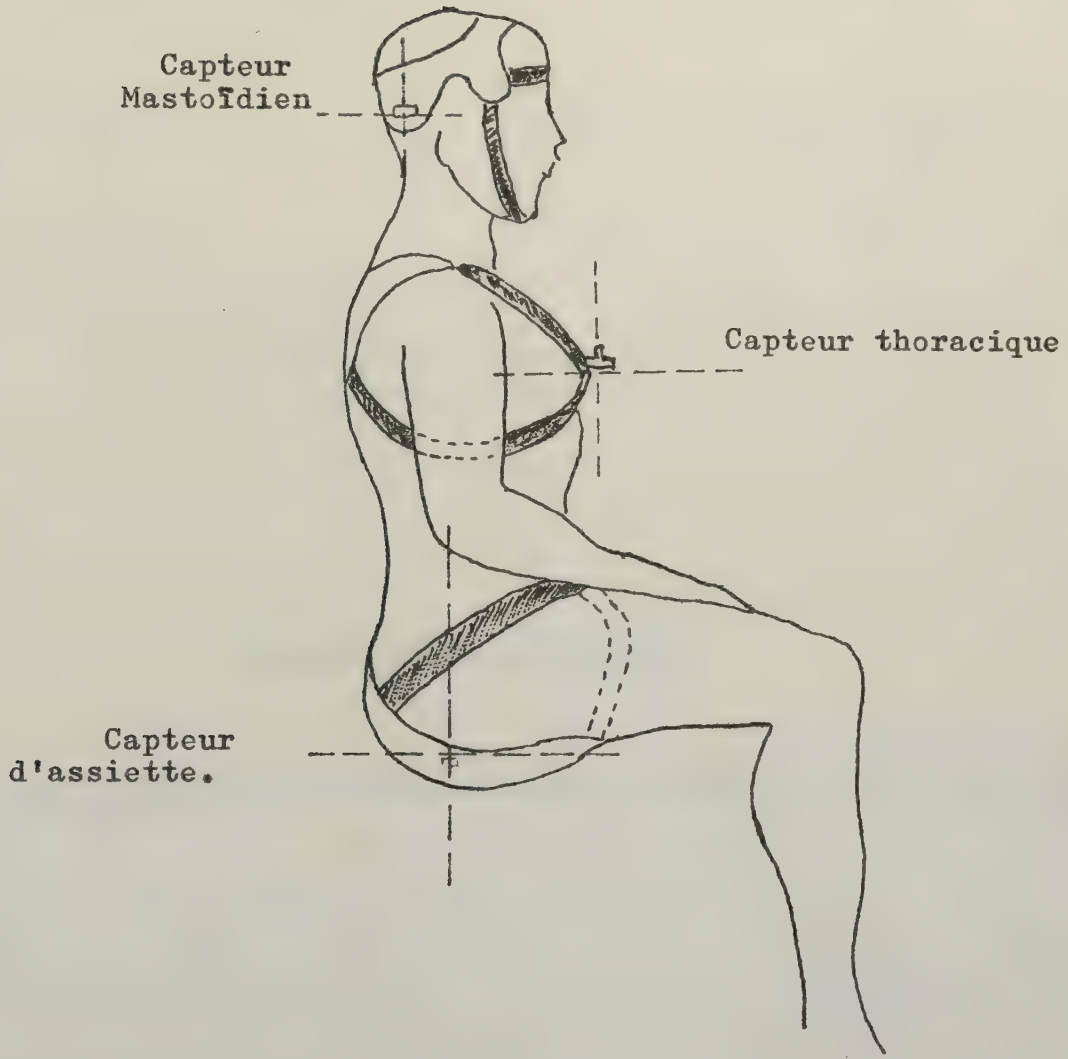


Schéma du corps humain considéré comme un système de masses suspendues

(d'après Haack).



Capteurs d'accélération pour la mesure des vibrations

(Méthode de WISNER)

QUATRIEME PARTIE

THERAPEUTIQUE, PREVENTION

ET

PROBLEME MEDICO-LEGAL DES DOULEURS

Soulager les douleurs vertébrales est un problème pour l'immédiat: les hélicoptères actuels resteront en service pendant un certain temps sans que l'on puisse réaliser des modifications souhaitables.

La prévention de ces douleurs relève de deux ordres de faits :

. D'une part, deux solutions simples !

- Une sélection convenable à l'admission du personnal navigant destiné à ces appareils,

- Une diminution des heures de vol en améliorant les conditions de travail.

. D'autre part, des suggestions permettant d'améliorer la position et de protéger le pilote contre les vibrations.

A - MOYENS THERAPEUTIQUES

Les plus logiques nous semblent surtout d'ordre dynamique. En effet, l'administration de médications antalgiques nous apparaissent comme un pis aller à ne proposer que dans certains cas bien précis de douleurs aiguës.

En fait, dans toute formation d'hélicoptères devrait s'organiser, sous la direction d'un médecin compétent un dispositif sanitaire qui comprendrait :

- Une salle de repos aménagée confortablement avec des sièges de relaxation bien conçus.
- Une salle de gymnastique où l'on enseignerait aux pilotes les mouvements destinés à renforcer la musculature abdominale et dorso-lombaire.
- Une table de massages et de tractions vertébrales, ou tout au moins un dispositif de suspension permettant l'élongation sous l'influence du poids du corps.

Enfin, dans la mesure du possible, il faudrait conseiller aux pilotes la pratique régulière de sports développant les muscles du dos et des lombes, (tennis, volley-ball, basket-ball et surtout natation).

B - MOYENS PREVENTIFS

Les uns s'appliquent à l'homme, les autres à la machine.

1 - SELECTION DU PERSONNEL NAVIGANT

Dans le chapitre consacré aux douleurs nous avons signalé la fréquence et l'intensité des phénomènes douloureux chez les sujets porteurs d'anomalies vertébrales congénitales ou acquises. C'est dire la nécessité de pratiquer systématiquement chez tout candidat à la spécialité de pilote d'hélicoptères, un examen radiologique du rachis, ceci afin d'éliminer dans la mesure du possible ces sujets sensibilisés.

De même, il nous semblerait logique d'éliminer les individus ayant subi un ou plusieurs traumatismes vertébraux sévères, sans trace de lésions radiologiques, (parachutistes en particulier).

Enfin, tenir compte de la taille du pilote.

2 - AMELIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL

La diminution des heures de vol en respectant les rythmes horaires quotidiens et mensuels déjà évoqués, est un élément important. De même, il faudra éliminer toutes causes de fatigue superflues :

. Diminution des bruits par le port d'un casque bien adapté.

. Alternance des missions pénibles avec des vols plus faciles.

. Et, comme le demandent de nombreux pilotes militaires : alternance entre le pilotage sur hélicoptère avec le vol sur avion (tous les deux ans par exemple).

3 - AMELIORATION DE LA POSITION

Les normes ergonomiques d'une position assise confortable ont été précisées ces dernières années par un certain nombre d'auteurs.

- KEEGAN, à propos de la courbure lombaire, affirme certains faits:

. Elle est maintenue normalement lorsque l'angle tronc-cuisses et l'angle des genoux mesurent approximativement 135°.

. Un des facteurs posturaux les plus importants dans l'étiologie de la douleur lombaire en position assise est la diminution de l'angle cuisse-tronc, et par conséquent un aplatissement de la courbure lombaire.

. Un autre facteur important de la génèse de lombalgies en position assise est l'absence d'un soutien au niveau des disques inter-vertébraux lombaires particulièrement vulnérables.

. Comme facteurs de confort, il cite la faible hauteur du siège, à pourtour arrondi, un espace suffisant pour une bonne position des jambes et la possibilité de changements de position.

La construction d'un siège devrait s'appuyer sur ces données.

- STIER étudie la position de repos de la musculature dorso-lombaire et définit deux positions fondamentales :

. Soit le relachement complet des muscles dorsaux par une flexion maximale du tronc en avant, mais ceci entraîne une tension ligmentaire importante, une compression des corps vertébraux dans leur partie antérieure ainsi qu'une compression des organes abdominaux.

. Soit, mieux, une attitude soutenue par un dossier à la partie supérieure du corps, évitant ainsi une courbure statique du dos et une tension permanente des muscles dorsaux. C'est surtout au niveau de la région lombaire que le dossier devra être adapté.

. Enfin, il semble qu'une légère inclinaison vers l'arrière de la surface du siège, de même qu'une inclinaison vers l'arrière d'un dossier à courbure déterminée, puissent réaliser un confort appréciable.

- OLIMPIERI, dans sa thèse, étudie les normes physiologiques de la position assise de l'aviateur. Il cite une statistique fondée sur l'interrogatoire de 150 navigants à propos de leur position; sur 93 critiques, 63 concernent le règlage du siège.

Il rappelle les travaux de SWEARINGEN qui a déterminé de façon empirique la position la plus confortable pour un pilote, en particulier l'angle formé par la cuisse et la jambe (109° de moyenne). La détermination de cette position a été faite grâce à l'expérimentation par un grand nombre de pilotes d'un siège et d'une pédale d'avion se déplaçant dans tous les sens. Il insistait déjà sur la nécessité d'un règlage en hauteur et en inclinaison du siège.

Enfin, il est intéressant de tenir compte de la variation des dimensions de l'homme soumis à l'unicité d'un matériel produit en série (WISNER). Ce travail, fondé sur les mesures de 300 conducteurs de camions, étudie les coefficients de corrélation des principales dimensions et des conséquences sur le dessin des objets. Nous reviendrons sur ses conclusions.

A l'appui de toutes ces notions, nous nous rendons compte de l'éloignement de la position du pilote d'hélicoptère de ces données théoriques; certes les impératifs liés à la disposition des commandes ne peuvent permettre la réalisation totale de cette position, il n'empêche qu'un certain nombre de modifications que nous allons étudier maintenant semblent nécessaires.

1 - LES COMMANDES :

. Le pas cyclique : devrait être suffisamment près du corps et sa poignée suffisamment basse pour que l'avant-bras droit puisse

s'appuyer sur la cuisse droite.

. Le pas collectif : devrait avoir une longueur et une course telles qu'elles éviteraient au corps d'être penché à gauche. De plus, de nombreux pilotes souhaiteraient avoir soit un accoudoir mobile permettant l'appui du coude gauche, ou du moins, une surface oblique en bas et en avant sur laquelle le coude pourrait glisser, (hélicoptère HILLER).

. Le palonnier : les pédales qui sont en général règlables en position éloignée ou rapprochée, doivent être conçues de façon à ce que le pied fasse un angle droit avec la jambe et que le talon puisse reposer sur le plancher.

. Le tableau de bord : ne doit pas gêner la visibilité et doit être suffisamment rapproché du corps pour que la lecture des instruments n'oblige pas à accentuer la position en avant.

2 - LE SIEGE :

. Le dossier : devrait être règlable autour d'un axe transversal comme sur certains sièges de voitures. Cette notion nous semble très importante.

Il doit avoir une forme qui épouse parfaitement le relief du dos et surtout des lombes.

. Quant au siège proprement dit, ses dimensions actuelles paraissent convenables mais sa forme devrait être telle, que relevé latéralement, il puisse donner une certaine stabilité aux cuisses.

Le problème de sa dureté est fonction non seulement du confort mais aussi de la protection contre les vibrations.

Ce qui importe surtout, c'est son règlage dans le sens antéro-postérieur et aussi en hauteur; le grand écart de tailles observé chez les pilotes justifie amplement cette nécessité absolue. Ce règlage doit comporter un nombre varié de combinaisons.

Cette obligation du règlage des sièges est aussi affirmée par

WISNER dans le domaine des véhicules automobiles lourds; il fait remarquer cependant que la multiplication de ces règlages peut gêner l'utilisateur; par ailleurs elle est coûteuse et par conséquent, on doit se cantonner dans des dimensions limites. C'est dire l'intérêt de l'étude anthropométrique pour le dessin de ce siège de pilote.

Ceci pourrait expliquer l'inconfort du SIKORSKY S 58 dessiné pour des pilotes américains et utilisé par des pilotes français.

Les constructeurs ont cependant tenté un certain règlage du siège : le SIKORSKY S 58 possède un siège seulement règlable en hauteur. L'ALOUETTE II possède un siège assez confortable, règlable en avancée mais non en hauteur. Le siège du H 21 (Banane) est très confortable et règlable en hauteur; par contre, aucun siège ne possède de dossier règlable.

A propos du siège, signalons le problème des bretelles harnais, dont le rôle protecteur en cas de "crash" est indiscutable; pour être efficaces elles doivent être convenablement serrées, plaquant le dos contre le dossier, mais les pilotes les laissent en général lâches pour ne pas gêner la position en avant.

Avant de terminer cette étude sur l'amélioration possible de la position, nous devons signaler que l'installation de servo-commandes a été un grand progrès et que la mise en place d'un dispositif de pilotage automatique utilisé lors des périodes de translation permet en cours de vol le changement de position et une certaine détente au pilote.

4 - PROTECTION CONTRE LES VIBRATIONS :

La protection contre les vibrations est essentiellement un problème de siège. Cependant, un certain nombre d'entre elles peuvent être diminuées par une révision mécanique soigneuse.

Par ailleurs, une ceinture anti-vibratoire et de soutien, ceinture de protection abdomino-lombaire a été conçue sur la demande de l'Armée.

102 de nos pilotes l'avaient en dotation. Les résultats objectifs ont été très inégaux puisque 27 d'entre eux ne l'ont pas portée (en général volontairement); 15 ont été très satisfaits; 28 ont trouvé que l'efficacité était peu appréciable et enfin, 32 n'ont trouvé aucune amélioration.

Mais le port de cette ceinture n'est pas dénué d'inconvénients; en effet, portée sur la combinaison de vol elle a pour conséquence durant les périodes chaudes, d'empêcher l'évaporation de la sueur à son niveau, ce qui entraîne à la fin du vol lorsque le pilote la quitte, la présence d'une large bande humide au niveau de l'abdomen et des lombes. Le refroidissement qui en résulte a été interprété par nombre des sujets interrogés comme étant en partie responsable des lombalgies.

Par ailleurs, pour que l'action de cette ceinture soit efficace, il faut qu'elle soit suffisamment serrée; mais la compression de la paroi abdominale est particulièrement mal supportée lors de la position penchée en avant.

Il nous semble donc que le port de cette ceinture présente plus d'inconvénients que de réels avantages.

Mais c'est surtout au niveau du siège que se porteront les efforts de protection contre les vibrations.

DIECKMANN étudie les procédés théoriques pour diminuer les amplitudes d'oscillations dans les véhicules lourds, en signalant les dangers des phénomènes de résonance du système siège-homme.

D'autres auteurs se sont également occupés de ces problèmes.

Il faut donc étudier les sièges en fonction de toutes ces données, choisir soigneusement la matière qui les compose tout en respectant les conditions de confort. C'est là que la mesure des vibrations ressenties par l'homme prend tout son intérêt.

Enfin, la pose d'un tapis élastique sur le plancher diminuera la perception des trépidations transmises par les pieds.

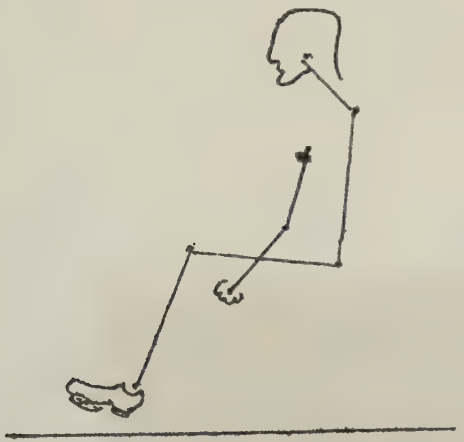
PROBLEME MEDICO - LEGAL POSE PAR LES DOULEURS

L'apparition de l'hélicoptère est trop récente pour que l'on puisse apprécier avec un recul suffisant son retentissement tardif sur le rachis du pilote, mais déjà certains faits se précisent.

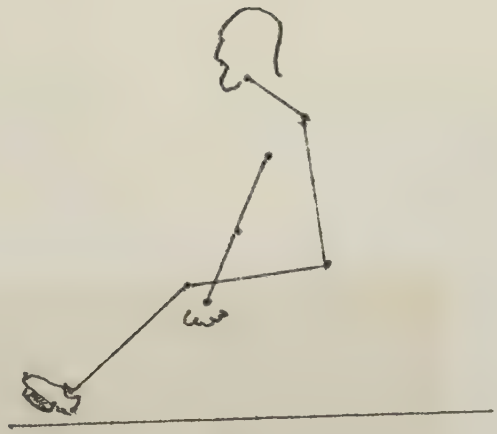
Tout sujet ayant effectué un stage prolongé sur hélicoptère a tendance à fragiliser son rachis aux agressions. En effet, nombre d'individus se sont rendus compte qu'en restant longtemps assis, qu'en effectuant un trajet en train ou en voiture, ils accusaient des phénomènes de pesanteur ou des douleurs au niveau du dos et particulièrement des lombes.

On peut donc penser que le pilotage de l'hélicoptère sensibilise les pilotes, et se demander dans quelle mesure n'apparaîtront pas dans l'avenir, avec une fréquence accrue, des manifestations arthrosiques.

C'est dire la difficulté du problème médico-légal ainsi posé: pourra-t-il y avoir imputabilité au service lorsque dix ans plus tard, un sujet viendra se plaindre de troubles rachidiens permanents et ne pourra-t-on pas arguer que les lésions arthrosiques existantes soient la conséquence de lésions congénitales ou acquises mais préexistantes au passage sur hélicoptère ? D'où l'importance d'un examen radiologique systématique à l'admission.

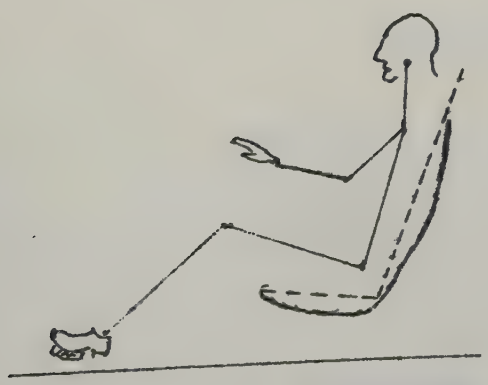


SIKORSKY S 58

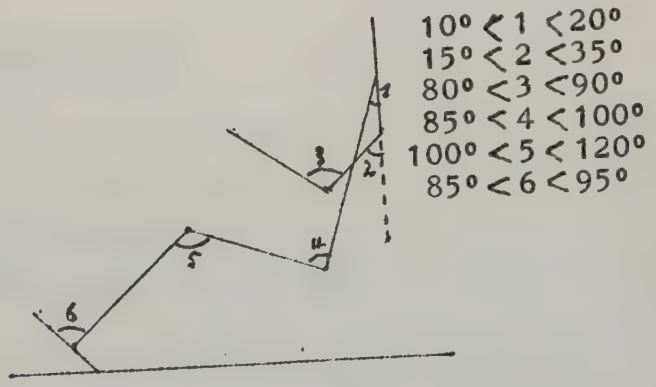


BELL G 47

ALOUETTE II



Position de SWEARINGEN



Angles de confort
cités par WISNER

Ces schémas montrent la très mauvaise position sur le S 58 et le Bell, meilleure sur l'Alouette, comparativement aux données de Swearingen et "aux angles de confort".

HELICOPTERE HILLER

Remarquer le plan incliné en bas et en avant permettant au coude gauche de s'appuyer tout en glissant lors des mouvements imprimés au pas collectif.

CONCLUSION

Ainsi les douleurs vertébrales semblent-elles prendre une part importante dans la pathologie du pilote d'hélicoptère.

Sa vie quotidienne en est souvent tourmentée, vie déjà pleine d'embûches et de risques.

Certes les pilotes que nous avons interrogés ont tous été placés dans des conditions particulièrement pénibles de travail; mais un rythme de vol moins accéléré, des missions plus faciles ne les mettent pas à l'abri de ces douleurs.

L'hélicoptère est un appareil d'avenir, son utilisation s'étend chaque jour. Il convient que son pilotage en soit facilité. Déjà le remplacement du moteur par la turbine a été un grand progrès, non seulement du point de vue technique mais aussi quant au confort.

Si les médecins se penchent avec attention sur les problèmes de l'automobile, à plus forte raison doivent-ils tendre à résoudre les problèmes humains d'une machine infiniment plus délicate à diriger.

Les ergonomistes voient leur tâche d'étendre chaque jour. Puisse ce travail les aider et contribuer à l'amélioration des conditions de travail des pilotes d'hélicoptères dont la position en vol et l'exposition aux vibrations ne sont pas les moindres ennuis.

Vu, le Président de Thèse:

Pr. S. de SEZE

Vu, le Doyen de la Faculté :

Pr. Léon BINET

Vu et Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris :

J. ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

1 - AKERBLOM B.

Standing and sitting posture with special references to the construction of chairs.

Thèse Stockholm 1948.

2 - COLEMONTS C.

Remarques sur la position assise. Etude et prévention de ses inconvénients.

Thèse Paris 1957.

3 - DIECKMANN D.

Uber die Verminderung der Schwingungsbewegungen des Menschen in Kraftfahrzeugen.

V.D.I. Zeitschrift, Vol. 99 n° 8 - 11-3-1957. 317-364.

4 - DIECKMANN D.

A study of the influence of vibration on man.

Ergonomics : Août 1959 - N° 4.

5 - FABRE J. - GRABER B.

Aspects médicaux du vol en hélicoptère dans les Forces Aériennes Françaises. Pilotage, traumatologie.

La Médecine Aéronautique, 1959 - 14 - 4 - 353 - 375.

6 - FISHBEIN W.I. - SALTER L.C.

The relationship between truck and tractor driving and disorders of the spine and supporting structures.

Industrial Medicine and Surgery, Vol. 19 - n° 9 - Sept. 60.

7 - HAACK M.

Tractor seat suspensions for easy riding

S.A.E. transactions - Vol. 63 - 1955 -452-470.

8 - HORNICK R.J.

Human exposure to Helicopter vibration, a literature review.

Bostrom Research Laboratories, Milwaukee, Wisconsin. Fev.1961.

9 - KEEGAN J.J.

Alterations of the lumbar curve related to posture and seating.

The journal of Bone and Joint Surgery. Vol. 35-A - N° 3 - July 1953 - 589-603.

10 - MISSENARD, TERNEAU

Rapport sur la fatigue du pilote d'hélicoptère.

Rapport de recherches n° 445 - C.E.R.M.A. 22.3.1957 - non publié. Bibliothèque du Centre d'Etudes et de Recherches de Médecine Aéronautique.

11 - MONOGRAPHIE concernant la spécialité de pilote d'hélicoptère.

Ministère des Armées "AIR". Médecine du Travail appliquée aux Armées (AIR).

12 - MONTAGARD F. - SAIS J. - GUIOT A.

Les lombalgiès des pilotes d'hélicoptères, fréquence des scolioses lombaires.

Communication Congrès Intern. Med. Aéron. Paris - Sept.1961.

13 - OLIMPIERI R.

Contribution à l'étude physiologique de la position assise chez l'aviateur.

Thèse Bordeaux 1951.

14 - PELLET C.

Un aspect du mal des vibrations : la lombo-sciatique du pilote d'hélicoptères.

Revue du Rhum. et des Mal. ostéo-articulaires.
Déc. 1957 - 318-320.

15 - SLIOSBERG R.

Conséquences pathologiques de la position en vol du pilote d'hélicoptères.

Com. Soc. Franç. de Physiol. et Med. Aéron. et Cosmon.
Séance du 19 Janvier 1962.

16 - STIER F.

Zwekmässige Arbeitssitze

Rationalisierung 10 - Octobre 1959 - 220-226.

17 - SWEARINGEN

Nav. Med. Res. Instit. Bethseda, Maryland. Proj. N.M.
001.007 (X 6 51). Report nº 4 - 21, 1949.

18 - WEIL M.P. - SICHERE R.M.

Automobile et rhumatisme.

Revue Automob. Cl. Med. de France- nº 19 - Oct. 1955.

19 - WISNER A.

Remarques sur la dispersion des dimensions anthropométriques et l'unicité du matériel produit en série.

Actes du VIème Congrès du Bureau Intern. d'Anthropologie différentielle. Paris 1960 - non encore publié.

20 - WISNER A.

Quelques problèmes posés par les sièges de voitures.

Problèmes physiologiques posés par les transports, Paris,1961; Revue de Métrologie ed.

21 - WISNER A.

Données physiologiques récentes utilisables dans la conception des tracteurs agricoles.

Exposé au 1er Congrès Intern. de Med. Agricole 1961.

22 - WISNER A. - DONNADIEU A. - POMEY J.

Evaluation de paramètres caractérisant le corps humain comme système de masses suspendues.

Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences 251 - 1960 - 1661-1663.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION..... Page 1

1ère PARTIE : ELEMENTS D'ETUDE..... Page 2

2ème PARTIE : ETUDE DES DOULEURS..... Page 13

Historique..... 14

Circonstances d'apparition..... 15

Description..... 16

Evolution..... 19

Prédispositions de certains sujets.. 20

Analogie avec l'automobile..... 20

3ème PARTIE : CAUSES DES DOULEURS..... 24

Position en vol..... 25

Vibrations..... 34

Autres causes..... 37

4ème PARTIE : 41

Moyens thérapeutiques..... 42

Moyens préventifs..... 43

Problème médico-légal posé par les douleurs..... 49

CONCLUSION 52

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION ..... Page 1

1ère PARTIE : ELEMENTS D'ETUDE ..... Page 2

2ème PARTIE : ETUDE DES DOULEURS ..... Page 13

Diathèse 14

Circonstances d'apparition 15

Description 16

Evolution 19

Prédispositions de certains sujets .. 20

Analogie avec l'ostéomyélite 20

3ème PARTIE : CAUSES DES DOULEURS 24

Position au vol 25

Vibrations 34

Autres causes 37

4ème PARTIE : 41

Moyens thérapeutiques 42

Moyens préventifs 43

Problème médico-légal posé par les douleurs 46

CONCLUSION 52

AGEMP
POLYCOPIE
8, rue Dante
PARIS-V•
Téléphone : ODÉon 58-9[illegible]